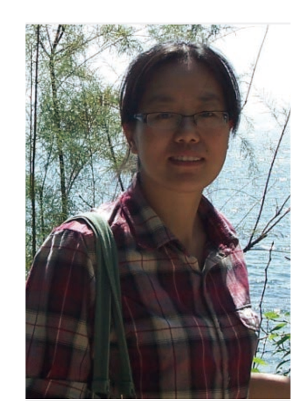
世界主要国家纳米科技发展前瞻/部署分析研究*



张超星　边文越　王海名　邢　颖　冷伏海**

中国科学院科技战略咨询研究院　北京　100190

摘要　文章调研和分析了近年来包括我国在内的世界主要国家发布的35份纳米科技战略计划和报告。首先，从投资力度、科研人员、研发重心、平台建设、教育等角度分析了各国发展纳米科技发展前瞻或部署的共性。其次，鉴于各国的国情不同，分析了各国前瞻/部署的总体方向和实现目标的异同，主要分析了美国、日本、韩国、德国、欧盟、澳大利亚及中国在纳米科技战略部署上的特色和侧重。最后，通过对纳米科技发展前瞻/部署的深度挖掘和分析，将获取的35份报告中涉及的研究方向按照生物、环境、能源、器件与制造、测量、仪器设备、标准与安全等7个领域进行比较分析，发现各国较为重视纳米生物领域的研究，此领域在各国的纳米科技战略计划中多有涉及，而纳米标准与安全的相关研究战略则在较少国家的纳米战略计划中被提及。

关键词　纳米科技发展计划，战略目标和部署，计划研究领域，区别/共性，世界主要国家

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.2017.10.013

纳米技术是具有广泛应用前景的战略性前沿技术。2001 年，美国率先制定了《国家纳米技术计划》，英国、德国、俄罗斯、欧盟、中国、日本、韩国、印度、澳大利亚等随后也制定了本国或本地区的纳米技术发展计划。进入 21 世纪第 2 个十年，各国纷纷进行了新的前瞻或部署。

1 主要国家纳米前瞻/部署的共性

近年来，纳米科技飞速发展，各国针对纳米技术的研发计划也发生了较大变化。在对获取的 35 份各国纳米科技发展部署或前瞻报告（表 1）进行内容分析和比较分析后发现，虽然国情不同，但各国制定的纳米科技发展前瞻/部署却呈现出一定的共性特征：（1）对纳米技术的信心普遍增强，投资力度普遍加大。例如：韩国在“第 4 次纳米技术综合发展计划”中将政府对纳米技术的研发投入从 2014 年的 5 313 亿韩元增加到 2025 年的 8 800 亿韩元，占

*资助项目：纳米科技重大创新领域发展态势研究（Y701231901）
**通讯作者
修改稿收到日期：2017年9月30日

政府研发总投入的比重从 3% 提升至 4%；核心科研人员数量和相关企业数量均大幅增加，韩国在纳米领域的核心科研人才数量已经从 2001 年的 1 100 人增加到 2014 年的 8 548 人[1]。（2）将纳米技术列入促进国家经济发展和解决关键问题的关键技术领域，在能源的存储和转换及生物医药的靶向治疗等领域尤其受到重视[2]。（3）研发重心由最初单一的纳米材料制备和功能调控转向纳米材料的应用和商业化，纳米技术研究走向了新的阶段。例如，美国的纳米纤维素商业化项目，将“纳米纤维素作为酶的固定化载体及其在抗菌包装中的应用”“纳米纤维素材料用于食品保存”等方向作为其商业化投资方向[3]。（4）通过公共研发平台、产业园区等，促进产学研合作及与其他领域的融合，从“提案”到“产业化”的时间大为缩短。就我国来说，有位于北京的国际性纳米技术学术据点——国家纳米科学中心，苏州也建成了大型产官学工业园区——苏州纳米科技协同创新中心；日本也在 2012 年开始实施文部科学省主导的“纳米科技基础平台项目”。（5）开展 EHS（环境、健康、安全）和 ELSI（伦理、限制、社会课题）研究以及国际标准和规范（ISO、IEC）的制定，促进纳米技术新型产业被社会接受。（6）重视纳米技术的基础教育和高等教育。在纳米技术的基础教育方面，韩国已经完成了以纳米技术为基础的高等教育英文教科书；美国和韩国的大学还开设了包含纳米技术的本科课程；美国和中国台湾地区也加大了对教科书的修订和教师培训计划，用于构建以纳米科技为基础的理科方面的 K12 教育体系[4]。

表 1　2012—2016 年主要国家关于纳米科技发展前瞻部署的 35 篇报告

序号	国别	发布机构/组织	发布时间	报告名称	网址链接
1	美国	美国白宫科技政策办公室	2015	纳米技术引发的重大挑战：未来计算	http://www.nano.gov/grandchallenges
2	美国	美国国家科学基金会、能源部、国防部等参与NNI计划的机构	2016	纳米技术引发的重大挑战：基于联邦视角的未来计算	http://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/federal-vision-for-nanotech-inspired-future-computing-grand-challenge.pdf
3	美国	美国NNI研究组	2014	纤维素纳米材料——商业化路径 NNI的工作报告	http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2014/usforestservice_nih_2014_cellulose_nano_workshop_report.pdf.
4	美国	美国NNI研究组	2016	共同构建可持续水资源的未来	https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2016/03/22/fact-sheet-working-together-build-sustainable-water-future
5	美国	美国国家航空与航天局	2015	2015 NASA 技术路线图	https://www.nasa.gov/offices/oct/home/roadmaps/index.html
6	美国	国家科学基金会（NSF）	2015	三个工程中心将提升促进美国的恢复力和持续发展能力	http://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=135694&org=NSF&from=news
7	美国	国家科学基金会（NSF）	2014	美国科学基金会将持续支持纳米技术的基础设施建设	http://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=131012
8	美国	国家科学基金会（NSF）	2014	国家纳米技术基础设施网络	http://www.nnin.org
9	美国	国家科学基金会（NSF）	2014	下一代国家纳米技术基础设施网络	http://www.nsf.gov/pubs/2013/nsf13521/nsf13521.htm.
10	美国	美国国立卫生研究院（NIH）	2014	NIH投资 1 450 万美元支持DNA序列研究技术	http://www.nih.gov/news/health/aug2014/nhgri-04a.htm
11	美国	美国国防部高级研究计划局（DARPA）	2015	DARPA寻找能将原子精度的部件集成到实际产品中的项目	http://www.nanowerk.com/nanotechnology-news/newsid=42217.php
12	日本	日本科技振兴机构（JST）	2013	2013年主要国家研究开发比较报告	http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2013/FR/CRDS-FY2013-FR-01.pdf
13	德国	德国联邦教研部	2016	纳米技术行动计划2020	https://www.bmbf.de/pub/Aktionsplan_Nanotechnologie.pdf
14	澳大利亚	澳大利亚科学院	2012	国际纳米技术战略	https://www.bmbf.de/pub/Aktionsplan_Nanotechnologie.pdf

（续表）

序号	国别	发布机构/组织	发布时间	报告名称	网址链接
15	俄罗斯	俄罗斯	2014	俄罗斯联邦至2030年科技发展预测	https://www.bmbf.de/pub/Aktionsplan_Nanotechnologie.pdf
16	韩国	韩国国家科学技术审议会	2016	第4次纳米技术综合发展计划（2016—2020 年）	http://www.nstc.go.kr/c3/sub3_1_view.jsp?regIdx=792&keyWord=&keyField=&nowPage=1
17	韩国	韩国国家科学技术审议会	2014	第二次国家纳米技术地图	http://www.nstc.go.kr/c3/sub3_2_view.jsp?regIdx=653&keyWord=&keyField=&nowPage=16
18	欧盟	欧盟委员会	2015	纳米技术，先进材料，生物技术及先进制造和加工	http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-leit-nmp_en.pdf
19	欧盟	旗舰欧洲研究区域网络	2014	欧洲启动石墨烯和人脑期间计划	http://www.flagera.eu/extra-files/FLAG-ERA_Press%20release_27102014.pdf.
20	欧盟	旗舰欧洲研究区域网络	2015	跨国联合招标2015	http://www.flagera.eu/extra-files/FLAG-ERA_JTC2015_Call_Announcement.pdf.
21	欧盟	欧盟	2015	欧洲石墨烯科学和技术路线图	.http://graphene-flagship.eu/?news=the-european-roadmap-for-graphene-science-and-technology
22	欧盟	欧盟	2015	与二维晶体和杂化系统有关的石墨烯科学和技术路线图	http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2015/NR/C4NR01600A
23	欧盟	欧盟委员会	2014	欧盟在10月15日将对两个重要主题投资1亿欧元	https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/electronics-eu100-million-bugdet-call-open-15-october
24	欧盟	欧盟MESO-BRAIN联盟	2016	MESO-BRAIN联盟及激光片层成像技术	https://www.icfo.eu/newsroom/news/3142-meso-brain-and-light-sheet-imaging-techniques
25	印度	印度生物技术部	2016	国家生物技术发展战略2015—2020	http://www.dbtindia.nic.in/archives/7960.2016-01-03
26	英国	英国自然环境研究理事会	2015	第一个亮点主题项目获得资助	http://www.nerc.ac.uk/latest/news/nerc/highlight-topic/
27	英国	英国工程与自然科学研究理事会（EPSRC）	2014	功能材料研究获得2 000万英镑的资助	http://www.epsrc.ac.uk/newsevents/news/functionalmaterialsboost.
28	欧洲	欧洲尤里卡集群	2014	欧洲启动“冶金欧洲”项目	http://www.greencarcongress.com/2014/09/20140915-metallurgy.html
29	欧洲	欧洲尤里卡集群	2014	冶金欧洲计划被纳入“尤里卡集群”	http://www.esf.org/highlights/metallurgy-europe-initiative.html
30	中国	国家自然科学基金委	2013	纳米制造的基础研究重大研究计划2013年度集成项目指南	http://www.nsfc.gov.cn/publish/portal0/tab251/info24870.htm
31	中国	国家自然科学基金委	2016	国家自然科学基金“十三五”发展规划（第四篇 学科布局与优先领域）	http://www.nsfc.gov.cn/nsfc/cen/bzgh_135/10.html
32	中国	中国科学院	2016	中国科学院“十三五”发展规划纲要	http://www.cas.cn/yw/201609/W020160902357072710740.pdf
33	中国	中国科学院	2016	前沿科学“十三五”规划	内部资料
34	中国	科技部	2016	“十三五”国家科技创新规划	http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/gjkjgh/201608/t20160810_127174.htm
35	中国	国家发展和改革委员会	2016	“十三五”战略性新兴产业发展规划	http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/19/content_5150090.htm

2 主要国家纳米前瞻/部署的特色和侧重

各国前瞻或部署的总体方向和实现目标不尽相同，各有特色和侧重。

（1）美国。作为纳米创新战略的领先者，美国的纳米战略和研究目标更为具体。近几年，美国国家纳米技术计划（National Nanotechnology Inititative，NNI）研究组先后制定了关于碳纳米管研究[5]、纳米纤维素商业化[3]及纳米技术在水资源的可持续利用[6]等使命导向型的研究计

划。同时，其战略规划更致力于通过多学科融合解决一些重大挑战问题，例如2015年美国白宫科技政策办公室发布了《纳米技术引发的重大挑战：未来计算》项目[7]。

（2）日本。希望将纳米技术体系化，促进问题导向型研究。2013年12月，日本科技振兴机构（JST）发表了《2013年主要国家研究开发比较报告》，针对纳米技术的发展现状，指出日本未来的纳米技术需要长期关注生物纳米、绿色纳米及纳米电子3个重点方向，以期利用纳米技术“尖端化”和“融合化”的已有成果，将那些能够应对社会需求的纳米技术进一步体系化，促进问题导向型研究的发展[4]。

（3）韩国。在继续重视战略性纳米技术基础研究的前提下，强调促进纳米技术产业化，以促进国家战略技术目标的实现[1]。2016年4月，韩国国家科学技术审议会公布了由未来创造科学部、教育部、环境部等10个部委联合制定的《第4次纳米技术综合发展计划（2016—2020年）》，在未来5年将重点推进以创新为主导的纳米产业化；开展战略性的纳米技术基础研究，实现纳米技术领域的政府投资体系化；充实纳米技术创新基础，保障纳米技术安全管理体系，建设创新支持信息系统等政策，促进五大国家战略技术目标（信息技术融合型新兴产业、未来发展动力、整洁便利环境、健康长寿、安全放心的社会）的实现。

（4）德国。将研究重点放在了对现有研究成果的有效转化上，希望借此提高德国企业的竞争力[8]。2016年9月，德国联邦内阁通过了由联邦教研部提出的《纳米技术行动计划2020》，确定了2016—2020年联邦政府相关部门在纳米技术领域的合作，将纳米技术瞄准德国高新技术战略的优先任务领域（包括数字经济与社会、可持续经济和能源、智能交通等），希望进一步充分利用纳米技术的机遇和潜力，利用研究成果的有效转化提高德国企业的竞争力，通过对纳米材料的安全性研究保证纳米技术对可持续发展的贡献。

（5）欧盟。近几年的纳米技术战略计划侧重于石墨烯的研发和应用上，尤其是其在能源领域的应用[9]。2014年10月，旗舰欧洲研究区域网络（FLAG-ERA）将石墨烯作为未来新兴技术进行联合跨国项目征集，研究主题涉及其在纳米流体、能源等领域的应用。2015年2月，欧盟“石墨烯旗舰计划”提出了未来10年的石墨烯科学技术路线图。该路线图确定了包括能源转换和储存等11个科技领域的任务分工，并给出了研发进度时间表[10]。

（6）澳大利亚。希望借助纳米技术来解决重大挑战性问题。2012年，澳大利亚科学院发布报告《澳大利亚国家纳米技术研究战略》[11]，提出要实现纳米驱动的经济发展，需将纳米技术的研发机遇与国家的重大挑战性问题衔接，利用纳米技术，以达到临界研究规模的多学科攻关，进而找出这些重大问题的解决方案。其中重大挑战性问题中纳米技术可发挥的作用有：改进社区健康、提供饮用水、修复环境、发展清洁能源、保卫国家安全，以及振兴澳大利亚的制造业等。

中国制定纳米技术发展计划较早。2001年科技部、国家纪委、教育部、中科院、国家自然科学基金委联合发布了《国家纳米科技发展纲要》[12]。十五期间，各部委分别通过国家的“973计划”“863计划”“攻关计划”，基金委的重大、重点项目，教育部的振兴计划，发改委的产业化示范工程和大科学工程等对纳米科技进行了研发投入大规模的资助。2006年初，国务院在发布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》中，还将纳米科学列为四项重点发展的基础研究领域[13]。2016年科技部发布了《“十三五”国家科技创新规划》[14]，其中分别在“国际科技重大专项”“新一代信息技术”和“材料技术”等章节针对纳米科技做出了相关规划，如发展新材料技术方向中包含纳米材料与器件等领域的研究。同年，国家发展和改革委员会发布了《“十三五”战略性新兴产业发展规划》[15]，分别在信息、制造及新能源领域提及了纳米材料和技术的相关规划，如前瞻布局前沿新材料研发方向涉及突破石墨烯产业化应用技术，拓展纳米材料在光电子、新能源、生物

医药等领域应用范围等纳米科技的相关规划。

我国相关部门制定的战略计划在不同程度上均涉及纳米技术的发展和应用，国家自然科学基金委和中科院两家机构将纳米技术作为一个独立的研究方向对其发展做出了规划，但基金委制定的规划较偏重于纳米技术的基础研究，中科院则致力于纳米技术产业的创新。

中科院于2013年11月启动了“变革性纳米产业制造技术聚焦”战略性先导科技专项（A类）[16]，以期该专项计划能促进长续航动力锂电池和纳米绿色印刷等产业技术的变革性创新，同时培育和推动一批核心技术在特定能源、环境与健康领域中的应用，解决若干制约国家骨干行业发展的关键技术瓶颈问题，带动新兴产业的发展；2016年发布了《中国科学院“十三五”发展规划纲要》[17]，将纳米技术作为使能技术融入其他各个领域中，如先进材料方向中，提及实现石墨烯和碳纳米管的规模控制制备、大幅提升纳米金属材料及二维原子晶体材料和生物医用材料的综合性能，为信息、高端装备制造、新能源和人类健康等战略性新兴产业的发展提供坚实的理论基础和技术支撑等。

国家自然科学基金委2009年发布了“纳米制造的基础研究”重大研究计划[18]，以期建立纳米制造过程的精确表征与计量方法，为纳米制造的一致性与批量化提供理论基础；2016年发布了《国家自然科学基金“十三五”发展规划》[19]，在第四篇“学科布局与优先领域”中制定了包括纳米科学在内的18个学科未来5年的发展战略，加强和促进纳米材料的精准/可控制备及表面微结构的表征新方法，其中部分规划涉及应用领域，如能源，医药、环境等，但多数处于应用研究的最前端，离真正的商业化或者产业化还有一定距离。

3 主要国家纳米前瞻/部署研究方向比较

主要国家纳米科技发展前瞻或部署中的重点研究方向既具差异，也具共性。本文将这35份报告文本中涉及的研究方向按照生物、环境、能源、器件与制造、测量、仪器设备、标准与安全等7个领域进行比较分析（表2）。

（1）生物领域。英国偏重于生物纳米技术的产业化，如建立纳米纤维的生产平台，纳米工厂的设计等；中国较重视碳纳米材料的生物应用及具有免疫应答的生物医用材料的开发；澳大利亚偏重于人体仿生纳米器件的研究；印度希望利用纳米粒子开发抗虫害植物品种。俄罗斯、德国、韩国及欧盟等把纳米植入材料作为重要的研究方向；美国、俄罗斯、澳大利亚、日本及印度等把纳米药物的靶向输送列为重点支持方向；美国、日本、德国等高度重视医学成像领域的应用。

（2）环境领域。欧盟和德国将CO_2的捕获和利用作为重要研究方向；英国更为关注纳米材料对环境的毒性研究；日本将放射性物质的去除技术作为其战略方向之一；韩国较为重视大气净化纳米催化剂研究；中国较为重视极端环境材料的研发；此外，美国、俄罗斯、英国、澳大利亚、日本等高度重视纳米材料水处理技术。

（3）能源领域。美国在纳米储能材料领域较为重视锂电池固体聚合物电解质、热自发电池等的研发，在纳米发电材料领域较为重视多孔固体氧化物燃料电池电解质及光伏发电增强材料的研发；欧盟重视柔性电池、轻型电存储及储氢系统的研发以及发展包括渗透能发电在内的新型可再生能源；俄罗斯较为重视太阳能电池、重型陶瓷磁铁及替代能源材料的研发；英国将研发重点放在了钙钛矿型电池模块化上；日本强调对高温超导输送电的研究；韩国主要部署了柔性电极、智能窗户及隔热元件等研究方向；澳大利亚较为重视安全动力电池和太阳能电池的研发；中国较为重视热电材料和长续航动力电池的研究。

（4）器件与制造领域。美国、俄罗斯和欧盟都将纳米传感器的研发列为其战略研究方向；美国和中国都很重视芯片的研发；欧盟和中国都将柔性智能器件、非易失性存储器列入研究方向；美国较为重视软物质制造技术；俄罗斯较为重视基于忆阻器的电子元件；欧盟较为

表2　主要国家纳米科技发展前瞻 / 部署中涉及的7个研究领域的比较分析

	纳米生物	纳米环境与催化	仪器设备	标准与安全
美国	碳纳米管测序系统；药物输运；影像诊断；医学微型设备和器件	水处理技术；过滤/膜分离技术；纳米涂层	纳米孔设备；分子探测器；功能/原位/三维材料表征工具；微型设备及器件；热防护和控制器件	纳米材料风险和危险因素评估的技术和工具；石墨烯的监管及其对基因/细胞/生物兼容性的影响
俄罗斯	骨移植物/骨缺损填补物；治疗癌症的纳米多孔药物及输运；用于遗传物质的定向输送；纳米生物相容性材料	获取新能源的燃料元素和催化剂；用于水净化处理、食品原料加工的纳米结构材料与试剂；气体分离膜的纳米材料	使用纳米结构表面制备核苷酸序列的直接读取设备；纳米机器人和微型机器人技术系统	
欧盟	生物传感器；活体细胞与生物组织的双向通信技术与策略；遗传毒性效应评估；单分子测序技术；蛋白质组学的鉴定和影响表征；植入柔性器件测试	用于异构催化反应的创新复合材料；用于光伏水处理技术的GRMs处理；优化CO_2捕获的高性能材料	超宽频可调谐激光器和长波长光电探测器；近红外和太赫兹相机；太赫兹光谱仪；柔性触摸屏；柔性天线；诊疗用的石墨烯基相关材料的多功能系统	
中国	碳纳米材料以及碳纳米材料在生物医药方面的应用；仿生材料；免疫应答；生物医用材料	催化的本质以及应用；催化技术（主要是甲烷无氧制烯烃）；催化剂的可控制备与应用；环境材料；空天、深海、深地等极端环境所需材料	纳米绿色印刷；超高清量子点液晶显示；纳米刻蚀设备及零部件；浸没式光刻机及核心部件； 16/14纳米工艺产业化和存储器生产线	纳米材料的生物效应与生物安全性；面向纳米领域应用的重要标准；纳米安全与检测技术
英国	医疗材料的先进流程技术；工业级纳米纤维平台技术；用于肽合成的纳米工厂设计；用于生产天然二代3D纳米材料和纳米设备的创新平台生物	跟踪纳米材料在淡水和土壤生态系统的应用效果，识别纳米塑料的毒理性与环境风险；纳米材料多模态特性在环境方面的应用		
澳大利亚	医疗诊断和“芯片实验室”用先进传感器；精准给药系统；高级医学仿生：仿生耳/眼、仿生假肢	洁净煤技术的新式催化剂；水处理纳米膜；环境传感器；污染物过滤新型膜技术；危险环境防护新型复合材料	绿色能源、电动汽车用新型动力装置；精准农业用先进装置与系统；高性能安检、边防传感器	
日本	生体材料；纳米递送体系；纳米计算、诊疗方法；纳米影像；	绿色触媒；分离集能材料的水处理；放射性物质的去除		
韩国	纳米医药，感染性生物物质检测与监测；食品纳米技术；功能型纳米化妆品；植入纳米材料	大气净化纳米催化剂；	纳米分析测量设备；纳米工程设备；印刷柔性显示器；纳米感应传感器；	感染性生物物质检测与监测；纳米安全性评估技术；纳米标准化技术
德国	纳米材料和纳米技术在新药物开发、诊断、以及营养保健领域的应用；医疗成像、诊断；耐用植入	纳米催化剂；二氧化碳利用	危险物质探测设备；救援人员防护装备	纳米材料对人类和环境可能造成的影响；纳米技术应用的必要保护措施；公民安全保护；健康和环境风险；食品材料创新安全研究
印度	纳米药物运载工具；开发农药、信息素、营养成分的纳米运载工具；利用纳米粒子开发抗虫害植物品种			

	纳米能源	纳米测量	纳米器件与制造
美国	储能（锂电池固体聚合物电解质，电极，超级电容，热自发电池，飞轮）；发电（多孔固体氧化物燃料电池电解质，增强光伏发电的光捕获和收集纳米结构）	异质材料的表征技术	纳米孔芯片；软物质制造技术；传感器和探测器；大面积2D/3D纳米结构自组装制造技术；微型设备和器件
俄罗斯	光电转换效率达90%的太阳能电池；替代能源新材料；重型陶瓷磁铁； 获取新能源的燃料元素和催化剂；新一代太阳能电池	原子分辨率的材料表面新型成像系统	减少能源消耗且能加强内部芯片处理能力的多核处理器；传感器；基于忆阻器的电子元件
欧盟	渗透力发电的新可再生能源生产技术；光伏组件、燃料电池、电池、超级电容以及制氢装置；柔性储能和能量获取解决方案；柔性光伏电池，轻型电存储和储氢系统	选择性单分子探测；微纳米结构表征	柔性智能器件；传感器；基于石墨烯的集成电路及器件；电吸收和等离子体光开关；轻型电存储和储氢系统；数字非易失性存储器；新型垂直和平面的晶体管
中国	面向能源领域应用的纳米材料；热电材料；长续航、安全动力电池（锂电池为主）；纳米新能源材料与器件	纳米结构物理参数的测量与表征；具有极限分辨能力的表征与测量技术；单纳米颗粒的精准制备与测量	后摩尔时代芯片；主动矩阵有机发光二极管；柔性显示；极低功耗器件和电路；下一代非易失性存储器；下一代射频芯片；硅基太赫兹技术；新原理计算芯片；纳米印刷电子；3D打印
英国	钙钛矿型电池模块化		
澳大利亚	太阳能电池；储能器；绿色能源、电动汽车用新型动力装置		
日本	太阳电池；燃料电池；热电变换；二次电池、蓄电池；高温超导送电；超低消耗电能	纳米计测	
韩国	可印刷高性能透明电极；纳米电池；能源转换纳米元件；智能窗户及隔热元件	纳米分析测量设备；检测分析技术	

注：空白处为该国在所获取报告中并未提及此方向布局和部署

重视基于石墨烯的集成电路、等离子体光开关及晶体管的研发；中国较为重视极低功耗器件和电路、3D打印、硅基太赫兹技术等。

（5）测量领域。美国关注异质材料的表征；欧盟重视选择性单分子探测；俄罗斯强调原子分辨率的材料表面成像系统；中国将重点研发具有极限分辨能力的表征和测量技术。

（6）仪器设备领域。欧盟和韩国在柔性显示器方面均有战略部署。美国、德国、欧盟、韩国、澳大利亚等重视功能探测器/传感器（如分子探测器、光电探测器、感应传感器）研究。欧盟较为重视利用太赫兹技术的相关器件的研发；德国则较为重视危险物质探测和救援人员防护设备的研发；俄罗斯较为重视对纳米机器人的研究；中国将纳米绿色印刷和纳米刻蚀作为重要的研究方向。

（7）标准与安全领域。美国强调了对石墨烯的监管及其对基因等的影响；德国重视应用纳米技术时的必要保护措施及对食品材料的创新研究；韩国提出要研究感染性生物物质检测与监测；中国更为重视纳米领域应用的重要标准和检测技术。美国、德国、韩国、中国关于纳米标准与安全领域的战略部署均涉及纳米材料的生物安全技术研究。

4 总结和展望

纳米科技不仅可使经济受益，而且在解决可持续能源、洁净水、医疗卫生等重大挑战性问题具有重要意义。纳米技术还在蓬勃发展，越来越多的国家开始部署适合本国国情的纳米科技发展计划，以期最大限度地利用纳米技术提供的机会增强国家竞争力。希望我国相关部门能在积极推进纳米科学基础研究的同时，加强对现有成果的融合、聚焦和利用，尽早识别并有重点的支持我国具有优势的纳米技术商业化和产业化，使之成为我国产业转型升级和创新驱动发展的助推器。

致谢 本文依据《纳米研究前沿分析报告》的内容改写。

参考文献

1 제4기나노기술종합발전계획대한민국나노혁신 2025(안). [2016-09-17]. http://www.nstc.go.kr/c3/sub3_1_view.jsp?regIdx=792&keyWord=&keyField=&nowPage=1

2 A call featuring two important topics, representing more than €100 million EU investment, will open on 15 October. [2016-10-15]. https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/electronics-eu100-million-bugdet-call-open-15-october.

3 Cellulose Nanomaterials—A Path Towards Commercialization. NNI Workshop Report, http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2014/usforestservice_nih_2014_cellulose_nano_workshop_report.pdf.

4 科学技術振興機構. 研究開発の俯瞰報告書が2013. [2014-06-17]. http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2013/FR/CRDS-FY2013-FR-01.pdf.

5 NNI Publishes Report on Carbon Nanotube (CNT) Commercialization. [2016-10-17]. http://www.nano.gov/node/1340.

6 Working Together to Build a Sustainable Water Future. [2016-09-05]. https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2016/03/22/fact-sheet-working-together-build-sustainable-water-future.

7 A Nanotechnology-Inspired Grand Challenge for Future Computing. [2016-10-08]. https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2015/10/15/nanotechnology-inspired-grand-challenge-future-computing.

8 Bundesministerin für Bildung und Forschung. Aktionsplan Nanotechnologie 2020. [2016-11-17]. https://www.bmbf.de/pub/Aktionsplan_Nanotechnologie.pdf.

9 Research funding organisations in Europe launch their funding instruments in support of the Flagship initiatives on Graphene and Human Brain. [2016-11-10]. http://www.flagera.eu/extra-files/FLAG-ERA_Press%20release_27102014.pdf.

10 Graphene flagship. The European roadmap for graphene

science and technology.[2016-03-13]. http://graphene-flagship.eu/?news=the-european-roadmap-for-graphene-science-and-technology.
11 National Nanotechnology Strategy. [2015-09-17]. http://www.science.org.au/policy/documents/nanotech-research-strategy.pdf.
12 科技技术部. 科学技术部发布《国家纳米科技发展纲要（2001—2010年）》. 中国基础科学, 2001, (10): 30-34.
13 国务院. 国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）. [2006-02-09]. http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/gjkjgh/200811/t20081129_65774.htm.
14 国务院. 国务院关于印发“十三五”国家科技创新规划的通知. [2016-11-10]. http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/gjkjgh/201608/t20160810_127174.htm.
15 国务院. “十三五”国家战略性新兴产业发展规划. 中国战略新兴产业, 2017, (1): 57-81.
16 国家纳米科学中心. 变革性纳米产业制造技术聚焦. 中国科学院院刊, 2016, 31(Z2): 63-68.
17 中国科学院. 中国科学院“十三五”发展规划纲要. [2016-11-17]. http://www.cas.cn/yw/201609/W020160902357072710740.pdf.
18 国家自然科学基金委员会. 国家自然科学基金委重大研究计划“纳米制造的基础研究”2009年度项目指南. [2016-10-08]. http://www.nsfc.gov.cn/publish/portal0/tab251/info24441.htm.
19 国家自然科学基金委员会. 国家自然科学基金“十三五”发展规划. [2016-11-23]. http://www.china.com.cn/zhibo/zhuanti/ch-xinwen/2016-06/14/content_38662624.htm.

Analysis of Nanoscience and Technology Plans of Main Countries

Zhang Chaoxing Bian Wenyue Wang Haiming Xing Ying Leng Fuhai
(Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract This paper analyzed 35 nanoscience and technology reports or plans published by the main countries of the world in recent years. Firstly, from the perspective of investment, researchers, focus of research, platforms, education, *etc*., the general characteristics of these plans of main countries were given. Secondly, in view of the different status of each country, the similarities and differences of the plans in goals and the ways of achieving them were analyzed, with US, Japan, Korea, Germany, EU, Australia, and China were the mainly studied objects. At last, by deep mining and analyzing, the paper compared the features and emphases of the concrete research directions mentioned in the reports and plans, which are divided into seven research areas such as biology, energy, environment areas, *etc*. It is found: more countries are interested in nanobiology, which is mentioned in reports and plans many times; yet the related deployment on standard and safety of nanotechnology is relatively scarce.

Keywords nanoscience and technology plans, strategic goal and deployment, research areas, similarities and difference, main countries

张超星 中科院科技战略咨询院助理研究员。研究方向：情报分析。

Zhang chaoxing Research Associate, Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences. The main research field includes information analysis. E-mail: zhangchaoxing@casipm.ac.cn.

冷伏海 男，中科院科技战略咨询院研究员，管理学博士。研究方向：情报分析。

Leng fuhai Male, Professor, Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, received Ph.D. degree from University of Chinese Academy of Sciences. The main research field includes information analysis. E-mail: lengfuhai@casipm.ac.cn